


This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT

 • SKEWED/SLANTED IMAGES

- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 041 197 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.10.2000 Patentblatt 2000/40

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: D21G 1/02

(21) Anmeldenummer: 00105582.1

(22) Anmeldetag: 16.03.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 31.03.1999 DE 19914709

(71) Anmelder:

Voith Sulzer Papiertechnik Patent GmbH  
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder: Sohl, Carsten

7000 Fredericia Dänemark (DK)

(74) Vertreter:

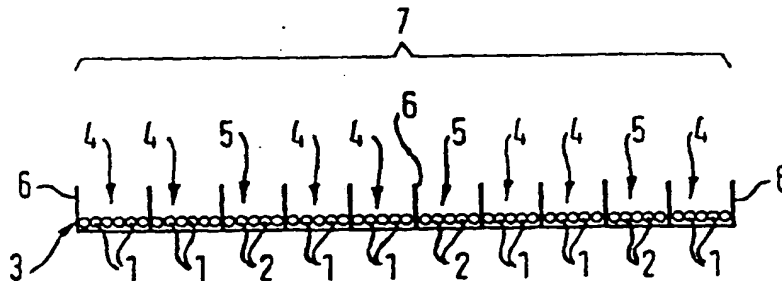
Manitz, Finsterwald & Partner  
Postfach 22 16 11  
80506 München (DE)

(54) Walze, insbesondere zum Glätten von Papierbahnen, sowie Verfahren zur Herstellung einer solchen Walze

(57) Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer elastischen Walze mit einem insbesondere aus Metall bestehenden harten Walzenkern und einer elastischen Bezugsschicht beschrieben. Bei dem Verfahren wird zum Bilden der Bezugsschicht zunächst eine radial innenliegende Verbindungsschicht auf den Walzenkern und anschließend eine radial außenliegende Funktionsschicht auf die Verbindungsschicht aufgebracht. Weiterhin wird zum Bilden der Verbindungsschicht ein aus der Vielzahl von Fasern bestehendes Faserbündel auf den Walzenkern gewickelt, wobei die Wickelrichtung der Fasern im wesentlichen parallel zueinander und schräg

zur Umfangsrichtung des Walzenkerns verläuft. Es werden mehrere Faserlagen übereinander gewickelt, wobei die durch die Wickelrichtung definierte Winkellage zur Längsachse der Walze von Faserbündel in jeweils aufeinanderfolgender Faserlagen unterschiedlich ist. Eine entsprechende Walze ist dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlagen jeweils aus schräg zur Längsachse des Walzenkerns gewickelten, im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Fasern bestehen und für unterschiedliche Faserlagen die Winkellage der Fasern zur Längsachse des Walzenkerns unterschiedlich ist.

FIG. 1



EP 1 041 197 A1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer elastischen Walze mit einem insbesondere aus Metall bestehenden harten Walzenkern und einer elastischen Bezugsschicht, bei dem zum Bilden der Bezugsschicht zunächst eine radial innenliegende Verbindungsschicht auf den Walzenkern und anschließend eine radial außenliegende Funktionsschicht auf die Verbindungsschicht aufgebracht wird, und bei dem zum Bilden der Verbindungsschicht ein aus einer Vielzahl von Fasern bestehendes Faserbündel auf den Walzenkern gewickelt wird, wobei die Wickelrichtung der Fasern im wesentlichen parallel zueinander und schräg zur Umfangsrichtung des Walzenkerns verläuft. Weiterhin ist die Erfindung auf eine Walze, insbesondere zum Glätten von Papierbahnen, gerichtet mit einem insbesondere aus Metall bestehenden harten Walzenkern, der an seiner Außenseite mit einer elastischen Bezugsschicht versehen ist, wobei diese Bezugsschicht eine radial außenliegende Funktionsschicht und eine radial innenliegende Verbindungsschicht zum Verbinden der Funktionsschicht mit dem Walzenkern umfaßt und die innenliegende Verbindungsschicht aus einem weichen Matrixmaterial mit darin eingebetteten, radial übereinanderliegenden Faserlagen besteht.

[0002] Elastische Walzen dieser Art werden beispielsweise bei der Satinage von Papierbahnen verwendet. Dabei bildet jeweils eine elastische Walze zusammen mit einer harten Walze einen Preßspalt, durch den die zu bearbeitende Papierbahn hindurchgeführt wird. Während die harte Walze eine beispielsweise aus Stahl oder Hartguß bestehende sehr glatte Oberfläche besitzt und für die Glättung der ihr zugewandten Seite der Papierbahn zuständig ist, bewirkt die auf die gegenüberliegende Seite der Papierbahn einwirkende elastische Walze eine Vergleichmäßigung und Verdichtung der Papierbahn im Preßnip. Durch die Elastizität dieser zweiten Walze wird somit eine zu starke Verdichtung der Papierbahn verhindert, die zu einem speckigen Aussehen der Papierbahn führen würde. Die Größenordnung der Walzen liegt bei Längen von 6 bis 12 m bzw. Durchmessern von 800 bis 1500 mm. Sie halten Linienkräften bis zu 600 N/mm und Druckspannungen bis 50 N/mm<sup>2</sup> stand.

[0003] Da die Tendenz bei der Papierherstellung dahin geht, daß die Satinage im Online-Betrieb erfolgt, d.h. daß die die Papiermaschine oder Streichmaschine verlassende Papierbahn unmittelbar durch die Papierglättvorrichtung (Kalender) geführt wird, werden an die Walzen der Glättvorrichtung insbesondere bezüglich der Temperaturbeständigkeit höhere Anforderungen als bisher gestellt. Durch die im Online-Betrieb erforderlichen hohen Transportgeschwindigkeiten der Papierbahn und die damit verbundenen hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Kalenderwalzen wird deren Biegewechselfrequenz erhöht, was wiederum zu

erhöhten Walzentemperaturen führt. Diese im Online-Betrieb entstehenden hohen Temperaturen führen zu Problemen, die bei bekannten elastischen Walzen bis zur Zerstörung des Kunststoffbelages führen können. Zum einen sind bei bekannten Kunststoffbelägen maximale Temperaturdifferenzen von ca. 20°C über die Breite der Walze zulässig und zum anderen besitzen die für die Beschichtung üblicherweise verwendeten Kunststoffe einen wesentlich höheren Temperaturausdehnungskoeffizienten als die üblicherweise verwendeten Stahlwalzen bzw. Hartgußwalzen, so daß durch eine Temperaturerhöhung hohe axiale Spannungen zwischen der Stahlwalze bzw. Hartgußwalze und der mit ihr verbundenen Kunststoffbeschichtung auftreten.

[0004] Durch diese hohen Spannungen verbunden mit insbesondere punktuell auftretenden Erhitzungen innerhalb der Kunststoffbeschichtung können sogenannte Hot-Spots auftreten, an denen ein Ablösen oder sogar ein Aufplatzen der Kunststoffschicht erfolgt.

[0005] Diese Hot-Spots treten insbesondere dann auf, wenn zusätzlich zu den mechanischen Spannungen und der relativ hohen Temperatur Kristallisierungspunkte in Form von beispielsweise fehlerhaften Klebungen, Ablagerungen oder überdurchschnittliche Einbuchtungen des elastischen Belages, beispielsweise durch Falten oder Fremdkörper an der Papierbahn, vorhanden sind. In diesen Fällen kann die Temperatur an diesen Kristallisierungspunkten von üblichen 80°C bis 90°C bis auf über 150°C steigen, wodurch die erwähnte Zerstörung der Kunststoffschicht erfolgt.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer elastischen Walze der eingangs genannten Art sowie eine entsprechende Walze anzugeben, bei der die Gefahr des Auftretens von Hot-Spots bei zumindest gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften verringert wird.

[0007] Der das Verfahren betreffende Teil dieser Aufgabe, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ausgehend von einem Verfahren der eingangs genannten Art mehrere Faserlagen übereinander gewickelt werden, wobei die durch die Wickelrichtung definierte Winkellage zur Längsachse der Walze von Faserbündeln jeweils aufeinanderfolgender Faserlagen unterschiedlich ist. Eine derart hergestellte Walze ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlagen jeweils aus schräg zur Längsachse des Walzenkerns gewickelten, im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Fasern bestehen, wobei für unterschiedliche Faserlagen die Winkellage der Fasern zur Längsachse des Walzenkerns unterschiedlich ist.

[0008] Bei einer derart hergestellten bzw. ausgebildeten Walze ist die Verbindungsschicht so ausgebildet, daß sie eine optimale mechanische, spannungsoptimierte Verbindung zwischen der Metallwalze und der außenliegenden Funktionsschicht bildet. Dadurch ist gewährleistet, daß die Verbindung zwischen der Metallwalze und der Funktionsschicht, bestehend aus der

Kontaktfläche zwischen Metallwalze und Verbindungsschicht, der Verbindungsschicht selbst sowie der Kontaktfläche zwischen Verbindungsschicht und Funktionsschicht, an keiner Stelle einer übermäßig hohen Längsspannung ausgesetzt ist, so daß die Gefahr einer Ablösung oder Trennung von Funktionsschicht und Verbindungsschicht und damit eine Bildung von Hot-Spots verringert wird.

[0009] Durch die unterschiedlichen Winkellagen der Fasern wird für jede der gewickelten Faserlagen ein unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten in Längsrichtung der Walze je nach Faserausrichtung erreicht. Dadurch ist es möglich, eine Verbindungsschicht zu erzeugen, deren resultierender Wärmeausdehnungskoeffizient sich in radialer Richtung ändert und insbesondere zunimmt. Während bei der Wicklung der inneren Faserlagen die Winkellagen der Fasern so gewählt werden, daß die aus dem Matrixmaterial mit eingebetteten Fasern bestehenden Bereiche der Verbindungsschicht einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, der in etwa dem der Metallwalze entspricht, werden die Winkellagen der radial außenliegenden Fasern so gewählt, daß die radial außenliegenden Bereiche der Verbindungsschicht einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, der im wesentlichen dem der Funktionsschicht entspricht.

[0010] Da zwischen den einzelnen Faserlagen das elastische Matrixmaterial vorhanden ist, besitzt die Verbindungsschicht eine ausreichende Elastizität in Längsrichtung der Walze, so daß die durch unterschiedliche Ausdehnungen der Metallwalze und der Funktionsschicht auftretenden Spannungen von der Verbindungsschicht aufgenommen werden können.

[0011] Die Verbindungsschicht besitzt somit in radialer Richtung einen quasi kontinuierlich variierenden Wärmeausdehnungskoeffizienten, so daß jeweils an den Kontaktflächen zwischen Verbindungsschicht und Metallwalze bzw. zwischen Verbindungsschicht und Funktionsschicht auch bei einer Erwärmung weitgehende Spannungsfreiheit herrscht.

[0012] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Faserbündel zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen gegengleich gewickelt, das heißt, daß die Winkellagen der Faserbündel zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen symmetrisch zur Querschnittsfläche der Walze sind. Auf diese Weise wird ein symmetrischer Aufbau der resultierenden Verbindungsschicht geschaffen, was zu einer gleichmäßigen Belastung der Bezugsschicht im Betrieb und dadurch zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Walze führt.

[0013] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung nimmt die Winkellage der Faserbündel für die einzelnen Faserlagen radial nach außen zu. Durch die Zunahme der Winkellage wird gerade erreicht, daß die inneren Bereiche der Verbindungsschicht einen relativ niedrigen, der Metallwalze ähnlichen Ausdehnungskoeffizienten besitzen, wäh-

rend der Wärmeausdehnungskoeffizient der außenliegenden Bereiche der Verbindungsschicht deutlich höher ist und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Funktionsschicht entspricht. Bevorzugt sind dabei jeweils die Winkellagen zweier aufeinanderfolgender Faserlagen betragsmäßig gleich groß und jeweils nur im Vorzeichen verschieden, während die Winkellagen der sich daran anschließenden nächsten beiden Faserlagen betragsmäßig größer, dabei jedoch untereinander wieder betragsmäßig gleich groß und lediglich im Vorzeichen verschieden sind. Somit vergrößern sich die Winkellagen alle zwei Faserlagen in radialer Richtung nach außen.

[0014] Typische Werte für die Winkellage der innenliegenden Faserlagen betragen ca. 30° bis 40°, wobei sich die Winkellage insbesondere in Schritten von ca. 10° bis 20°, bevorzugt von ca. 15° erhöht.

[0015] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Faserbündel durch Faserrovings gebildet, wobei ein Roving jeweils aus einer Vielzahl von nebeneinander liegenden Fasern der gleichen Art besteht. Bevorzugt können dabei zum Bilden der Verbindungsschicht gleichzeitig Glasfasern und Kohlefasern auf den Walzenkern gewickelt werden. Dabei ist insbesondere ein Mischungsverhältnis von Glasfasern zu Kohlefasern zwischen ca. 60/40 und ca. 90/10, bevorzugt ca. 70/30 vorteilhaft.

[0016] Durch die gleichzeitige Aufbringung bzw. Mischung von Glasfasern und Kohlefasern in dem erfindungsgemäß angegebenen Verhältnis werden deren Eigenschaften optimal miteinander kombiniert. Während Glasfasern einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, der dem von Stahl relativ nahekommt, jedoch eine relativ schlechte Wärmeleitfähigkeit besitzen, ist die Wärmeleitfähigkeit von Kohlefasern sehr hoch. Gleichzeitig besitzen Kohlefasern eine ca. dreimal so hohe Steifigkeit wie Glasfasern.

[0017] Durch die in dem erfindungsgemäß angegebenen Mischungsverhältnis aufgebrachten Fasern wird neben einer Erhöhung der Steifigkeit der Verbindungsschicht eine Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit innerhalb der Verbindungsschicht erreicht. Diese Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit wird insbesondere durch die Kohlefasern erzielt, so daß innerhalb der Verbindungsschicht punktuell entstehende Hitze über die Kohlefasern in axialer Richtung abgeführt werden kann, bevor eine so starke Überhitzung auftritt, daß ein Hot-Spot entsteht.

[0018] Das Aufwickeln der Fasern kann grundsätzlich sowohl im Naßwickelverfahren als auch im Trockenwickelverfahren erfolgen. Während beim Naßwickelverfahren die Fasern vor dem Aufwickeln auf den Walzenkern durch das in flüssige Form gebrachte Matrixmaterial gezogen und somit von diesem vollständig umgeben werden, werden im Trockenwickelverfahren die Fasern im wesentlichen trocken auf den Walzenkern aufgewickelt und erst während und nach dem Aufwickeln mit einem weichen Matrixmaterial

beaufschlagt, insbesondere vollständig in das Matrixmaterial eingebettet. Als Matrixmaterial wird dabei üblicherweise ein Kunststoff, insbesondere eine Harz/Härter-Kombination verwendet. Das Matrixmaterial kann aus einem Duroplast oder einem Thermoplast bestehen, wobei darauf hingewiesen wird, daß der im Zusammenhang mit dem Matrixmaterial verwendete Begriff "weich" lediglich in Relation zu der als hart bezeichneten Außenseite der Metall-, insbesondere Stahlwalze zu verstehen ist.

[0019] Durch die praktisch vollständige Einbettung der Fasern in das Matrixmaterial erhält die Verbindungsschicht die erforderliche Elastizität, wobei das Matrixmaterial gleichzeitig als Verbindungsmaterial zwischen der außenliegenden Funktionsschicht und dem Walzenkern dient. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, daß zwischen der Metallaußenseite des Walzenkerns und der Verbindungsschicht noch eine zusätzliche Kontaktschicht, beispielsweise eine Klebeschicht vorhanden ist.

[0020] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung beträgt der Fasergehalt der Verbindungsschicht ca. 40 bis 70 Vol.-%, insbesondere ca. 50 bis 60 Vol.-%, bevorzugt ca. 55 Vol.-%. Durch den Fasergehalt der Verbindungsschicht wird sowohl deren Steifigkeit, Wärmeleitfähigkeit als auch der Gesamtausdehnungskoeffizient bestimmt. Durch den erfindungsgemäßen Fasergehalt wird gewährleistet, daß die eingangs genannten optimalen mechanischen und thermischen Eigenschaften der Verbindungsschicht eingehalten werden.

[0021] Im Gegensatz zu der Verbindungsschicht beträgt der Fasergehalt der Funktionsschicht bevorzugt ca. 5 bis 20 Vol.-%, insbesondere 8 bis 12 Vol.-%. Durch den verringerten Fasergehalt erhält die Funktionsschicht eine geringere Steifigkeit als die Verbindungsschicht, wie sie für die Vergleichsmäßigung und Verdichtung der zu behandelnden Papierbahn bei der Satinage erforderlich ist. Falls durch den reduzierten Fasergehalt der Wärmeausdehnungskoeffizient der Funktionsschicht zu groß wird, kann dieser durch eine entsprechende Zugabe von Füllstoffen in das Matrixmaterial der Funktionsschicht reduziert werden.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben; in diesen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Vorrichtung zum Separieren von Fasern in Rovings,
- Fig. 2 einen Teillängsschnitt durch eine erfindungsgemäß ausgebildete Walze und
- Fig. 3 bis 6 verschiedene Zwischenzustände einer erfindungsgemäß ausgebildeten Walze

bei deren Herstellung.

[0024] Fig. 1 zeigt eine Vielzahl von im Querschnitt dargestellten Glasfasern 1 und Kohlefasern 2, die durch eine kamm- oder rechenartige Sammeleinheit 3 jeweils zu einschichtigen Faserbündeln, sogenannten Faserrovings 4, 5 zusammengefaßt werden.

[0025] Jeweils ein Glasfaserroving 4 bzw. ein Kohlefaserroving 5 ist von dem nächstliegenden Roving 4, 5 durch einen Zahn 6 der Sammeleinheit 3 getrennt, so daß ein eindeutiges Mischungsverhältnis von Glasfasern zu Kohlefasern innerhalb des durch den Glasfaser- und Kohlefaserrovings 4, 5 gebildeten Rovingbandes 7 sowie eine vorgegebene Verteilung von Glasfasern 1 und Kohlefasern 2 entlang der Breite des Rovingbandes 7 gewährleistet ist.

[0026] Das Mischungsverhältnis zwischen Glas- und Kohlefasern 1, 2 beträgt ca. 70/30, wobei jeder Roving 4, 5 beispielsweise 10000 bis 14000 Einzelfasern 1, 2 mit jeweils einer Dicke von zwischen 0,1 und 0,3mm umfaßt. Das Rovingband 7 umfaßt im vorliegenden Fall zehn Rovings 4, 5, kann jedoch grundsätzlich auch weniger oder mehr Rovings, beispielsweise 8 bis 16 Rovings umfassen.

[0027] Während in Fig. 1 die Rovings 4, 5 ideal als einschichtige Lagen dargestellt sind, besteht eine Roving in der Praxis aus einer Vielzahl von Faserlagen, von denen jede Einzelfaser einen Durchmesser von ca. 8 bis 12µm und ein Roving eine Dicke von ca. 0,1 bis 0,3mm, beispielsweise 0,2mm besitzt. Wesentlich ist lediglich, daß die Breite eines Rovings 4, 5 im Verhältnis zur Dicke deutlich größer ist, so daß er annähernd einen einschichtigen Aufbau besitzt.

[0028] In Fig. 2 ist ein Teil eines Walzenkerns dargestellt, auf den eine Bezugsschicht 15 aufgebracht ist. Die Bezugsschicht 15 besteht aus einer innenliegenden Verbindungsschicht 11 und einer sich radial nach außen daran anschließenden Funktionsschicht 16. Die Verbindungsschicht sowie die Funktionsschicht 16 bestehen aus einem elastischen Matrixmaterial 9, 13, in das jeweils Rovinglagen 12, 12', 12'', 12''', 12'''', 14, 14' eingebettet sind. Dabei ist der Abstand der Rovinglagen 12 - 12''' innerhalb der Verbindungsschicht 11 deutlich geringer und dadurch deren Anzahl höher als der der Rovinglagen 14, 14' der Funktionsschicht 16. Der erhöhte Faseranteil innerhalb der Verbindungsschicht 11 bewirkt eine deutliche Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit innerhalb dieser Schicht, während der verringerte Faseranteil innerhalb der Funktionsschicht deren erforderliche Elastizität gewährleistet.

[0029] In Fig. 3 ist dargestellt, wie die Glasfasern 1 und die Kohlefasern 2 über die Sammeleinheit 3 geführt und zu dem Rovingband 7 zusammengefaßt werden, woraufhin sie durch eine schematisch dargestellte Imprägnier Vorrichtung 8 geführt werden. In der Imprägnier Vorrichtung 8 werden die einzelnen Rovings 4, 5 mit einem flüssigen Matrixmaterial 9 beschichtet, so daß die Rovings 4, 5 im wesentlichen vollständig in dem

Matrixmaterial 9 eingebettet sind. Bei dem Matrixmaterial kann es sich dabei um einen Kunststoff, insbesondere um eine Harz/Härter-Kombination handeln.

[0030] Das durch die Imprägniervorrichtung 8 vollständig mit dem Matrixmaterial 9 umgebene Rovingband 7 wird auf den Walzenkern 10 schräg aufgewickelt, so daß es einen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Längsachse 17 des Walzenkerns einschließt. Der Wickelvorgang wird über die gesamte Länge des Walzenkerns 10 durchgeführt, bis an dem nicht dargestellten Ende des Walzenkerns 10 das Rovingband über einen Wickelkern geführt und in der entgegengesetzten Richtung zurückgeführt wird. Bevorzugt wird das Rovingband dabei so geführt, daß es Stoß an Stoß an dem zuvor gewickelten Rovingband 7 anliegt.

[0031] Dieser Wickelvorgang wird solange wiederholt, bis der Walzenkern 10 vollständig von dem Rovingband 7 umwickelt ist, so daß sich durch das Rovingband 7 und das das Rovingband 7 umhüllende Matrixmaterial 9 eine geschlossene erste Rovinglage 12 ergibt, deren Fasern alle im wesentlichen den gleichen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Längsachse des Walzenkerns 10 einschließen, wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

[0032] Im nächsten Beschichtungsschritt wird ein weiteres Rovingband 7' auf die erste Rovinglage 12 aufgewickelt, wobei das Rovingband 7' in einem Winkel  $-\alpha$  gegenüber der Längsachse 17 auf den Walzenkern 10 aufgewickelt wird, bis die erste Rovinglage 12 vollständig von einer weiteren Rovinglage überdeckt ist.

[0033] Nach Aufbringen der beiden untersten symmetrischen Rovinglagen 12 wird in dem nächsten Verfahrensschritt ein weiteres Rovingband 7'' auf die zweite Rovinglage aufgewickelt, wobei das Rovingband 7'' einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Längsachse 17 einschließt, der größer ist als der Winkel  $\alpha$ . Das Rovingband 7'' wird somit steiler gewickelt als das Rovingband 7, wodurch die Ausrichtung der Fasern 1, 2 des Rovingbandes 7'' näher zur Umfangsrichtung des Walzenkerns 10 verläuft, während die Ausrichtung der Fasern 1, 2 der Rovingbänder 7, 7' näher zur axialen Richtung verläuft. Durch diese unterschiedlichen Faserausrichtungen erhält die durch die Rovinglagen 7, 7', 7'' sowie das Matrixmaterial 9 erzeugte Verbindungsschicht 11 in radialer Richtung unterschiedliche mechanische und thermische Eigenschaften, insbesondere einen unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Durch geeignete Wahl der Winkellagen beim Wickelvorgang kann der Wärmeausdehnungskoeffizienten der Verbindungsschicht 11 so eingestellt werden, daß er im Bereich der Kontaktfläche zu dem Walzenkern 10 in der Größenordnung des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Metallwalze liegt, während er an seiner Außenseite, im Bereich der Kontaktfläche zu der radial außenliegenden Funktionsschicht 16 in der Größenordnung deren Ausdehnungskoeffizienten liegt.

[0034] Der Wickelvorgang kann mehrere Male mit verschiedenen Winkellagen wiederholt werden, bis eine Verbindungsschicht 11 mit einer Dicke von beispiels-

weise 3 bis 10mm erzeugt ist. Die Funktionsschicht 16 kann in ähnlicher Weise wie die Verbindungsschicht 11 aufgebaut werden, wobei bei der Bezugsschicht 16 jedoch der Fasergehalt deutlich geringer ist, als bei der Verbindungsschicht 11 und beispielsweise 8 bis 12 Vol.-% beträgt. Auch bei der Funktionsschicht ist es grundsätzlich möglich, die Winkellage der Fasern beim Wickeln zu verändern, um so beispielsweise im radial innenliegenden Bereich der Funktionsschicht 16 deren Wärmeausdehnungskoeffizienten an den Wärmeausdehnungskoeffizienten des radial außenliegenden Bereichs der Verbindungsschicht anzupassen.

[0035] Auf diese Weise können die bei einer Erwärmung auftretenden axialen Spannungen zwischen der Verbindungsschicht 11 und der Funktionsschicht 16 weiter reduziert werden.

[0036] Durch die in das Matrixmaterial 9 der Verbindungsschicht 11 eingebetteten Glasfasern 1 und Kohlefasern 2 wird erreicht, daß der Temperatureausdehnungskoeffizient der Verbindungsschicht 11 einen Wert erhält, der dem Temperatureausdehnungskoeffizienten des beispielsweise aus Stahl bestehenden Walzenkerns 10 nahekommt. Bei einer im Betrieb auftretenden Temperaturerhöhung wird somit eine in axialer Richtung auftretende Längenausdehnung des Walzenkerns 10 von einer entsprechenden Ausdehnung der Verbindungsschicht 11 begleitet, so daß zwischen dem Walzenkern 10 und der Verbindungsschicht 11 auftretende Längsspannungen in Axialrichtung minimiert werden. Die Funktionsschicht 16, deren Wärmeausdehnungskoeffizient vorwiegend von dem Matrixmaterial 13, d.h. von dem Harz/Härter-Gemisch bestimmt wird, dehnt sich bei einer entsprechenden Erwärmung zwar deutlich mehr in axialer Richtung aus, die aufgrund der Verbindung zwischen der Funktionsschicht 16, der Verbindungsschicht 11 und dem Walzenkern 10 entstehenden Längsspannungen werden jedoch durch die Elastizität der Verbindungsschicht 11 weitgehend aufgefangen.

[0037] Zusätzlich bewirken die in den Rovinglagen 12 und 14 enthaltenen Kohlefasern eine sehr gute axiale Wärmeleitfähigkeit der Verbindungsschicht 11 bzw. der Funktionsschicht 16, so daß die Hitze von eventuell entstehenden Überhitzungspunkten innerhalb der Verbindungsschicht 11 schnell in axialer Richtung abgeleitet werden kann, so daß die Temperatur innerhalb der Verbindungsschicht 11 sowie der Funktionsschicht 16 zuverlässig unterhalb einer kritischen Grenztemperatur bleibt. Das Auftreten von Hot-Spots kann auf die Weise zuverlässig verhindert werden.

#### Bezugszeichenliste

[0038]

1	Glasfasern
2	Kohlefasern
3	Sammeleinheit

4	Glasfaseroving
5	Kohlefaseroving
6	Zähne
7, 7' 7"	Rovingbänder
8	Imprägniervorrichtung
9	Matrixmaterial
10	Walzenkern
11	Verbindungsschicht
12, 12' - 12""	Rovinglagen
13	Matrixmaterial
14	Rovinglagen
15	Bezugsschicht
16	Funktionsschicht
17	Längsachse des Walzenkerns

### Patentansprüche

- Verfahren zum Herstellen einer elastischen Walze mit einem insbesondere aus Metall bestehenden harten Walzenkern und einer elastischen Bezugsschicht, bei dem zum Bilden der Bezugsschicht zunächst eine radial innenliegende Verbindungsschicht auf den Walzenkern und anschließend eine radial außenliegende Funktionsschicht auf die Verbindungsschicht aufgebracht wird, und bei dem zum Bilden der Verbindungsschicht ein aus einer Vielzahl von Fasern bestehendes Faserbündel auf den Walzenkern gewickelt wird, wobei die Wickelrichtung der Fasern im wesentlichen parallel zueinander und schräg zur Umfangsrichtung des Walzenkerns verläuft,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß mehrere Faserlagen übereinander gewickelt werden, wobei die durch die Wickelrichtung definierte Winkellage zur Längsachse der Walze von Faserbündeln jeweils aufeinanderfolgender Faserlagen unterschiedlich ist.
- Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Faserbündel zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen gegengleich gewickelt werden, d.h. daß die Winkellagen der Faserbündel zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen symmetrisch zur Querschnittsfläche der Walze sind und/oder daß die Winkellage der Faserbündel für die einzelnen Faserlagen radial nach außen zunimmt und/oder daß die Winkellage der innenliegenden Faserlagen zwischen ca. 30° und 40° beträgt und/oder daß sich die Winkellage in Schritten von ca. 10° bis 20°, insbesondere von ca. 15° erhöht.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Faserbündel durch Faserrovings gebildet werden, wobei ein Roving jeweils aus einer Vielzahl von nebeneinanderliegenden Fasern der gleichen

Art besteht und/oder daß als Fasern Glas- und/oder Kohlefasern verwendet werden und/oder daß zum Bilden der Verbindungsschicht und/oder der Funktionsschicht gleichzeitig Glasfasern und Kohlefasern auf den Walzenkern gewickelt werden, wobei das Mischungsverhältnis von Glasfasern zu Kohlefasern zwischen ca. 60/40 und ca. 90/10, bevorzugt ca. 70/30 beträgt.

- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß beim Wickelvorgang eine Vielzahl von nebeneinander liegenden, aneinander angrenzenden Glasfaser- und Kohlefaserrovings zum Bilden einer Rovinglage gleichzeitig auf den Walzenkern aufgewickelt wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Glasfasern und Kohlefasern vor dem Aufwickeln auf den Walzenkern mit einem weichen Matrixmaterial, insbesondere mit einer Harz/Härter-Kombination umgeben werden, insbesondere durch ein Harz/Härter-Bad gezogen werden, oder daß die Glasfasern und die Kohlefasern im wesentlichen trocken auf den Walzenkern aufgewickelt werden und während oder nach dem Aufwickeln mit einem weichen Matrixmaterial, insbesondere mit einer Harz/Härter-Kombination beaufschlagt, insbesondere vollständig in das Matrixmaterial eingebettet werden.
- Walze, insbesondere zum Glätten von Papierbahnen, mit einem insbesondere aus Metall bestehenden harten Walzenkern (10), der an seiner Außenseite mit einer elastischen Bezugsschicht (15) versehen ist, wobei diese Bezugsschicht (15) eine radial außenliegende Funktionsschicht (16) und eine radial innenliegende Verbindungsschicht (11) zum Verbinden der Funktionsschicht (16) mit dem Walzenkern (10) umfaßt, und die innenliegende Verbindungsschicht (11) aus einem weichen Matrixmaterial (9) mit darin eingebetteten, radial übereinanderliegenden Faserlagen (12 - 12'') besteht, insbesondere hergestellt gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Faserlagen (12 - 12'') jeweils aus schräg zur Längsachse (17) des Walzenkerns (10) gewickelten im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Fasern (1, 2) bestehen und für unterschiedliche Faserlagen (12) die Winkellage ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) der Fasern (1, 2) zur Längsachse (17) des Walzenkerns (10) unterschiedlich ist.



7. Walze nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß für unterschiedliche Faserlagen (12) die Winkellage ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) der Fasern (1, 2) radial nach außen zunimmt und/oder daß das Matrixmaterial (9) ein Kunststoff, insbesondere ein Duroplast oder ein Thermoplast ist und/oder daß das Matrixmaterial (9) aus einer Harz/Härter-Kombination besteht. 5
8. Walze nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Faserbündel (7, 7') zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen (12, 12') gegen-  
gleich verlaufen, d.h. daß die Winkellagen ( $\alpha$ ,  $-\alpha$ ) der Faserbündel (7, 7') zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Faserlagen (12, 12') symmetrisch zur Querschnittsfläche der Walze sind und/oder daß die Winkellage ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) der Faserbündel (7, 7') für die einzelnen Faserlagen (12, 12') radial nach außen zunimmt und/oder daß die Winkellage ( $\alpha$ ) der innenliegenden Faserlagen (12) zwischen ca. 30° und 40° beträgt und/oder daß sich die Winkellage ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) in Schritten von ca. 10° bis 20°, insbesondere von ca. 15° erhöht. 10 15 20 25
9. Walze nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Faserbündel als Faserrovings (4, 5) ausgebildet sind, wobei ein Roving (4, 5) jeweils aus einer Anzahl von nebeneinanderliegenden Fasern (1, 2) der gleichen Art besteht, und/oder daß die Fasern (1,2) als Glas- und/oder Kohlefasern ausgebildet sind, wobei insbesondere die innenliegende Verbindungsschicht (11) und/oder die außenliegende Funktionsschicht (16) aus einer Mischung von Glasfasern (1) und Kohlefasern (2) besteht, die in einem weichen Matrixmaterial (9, 13) eingebettet und im wesentlichen jeweils gleichmäßig über die Länge der Walze verteilt sind, wobei das Mischungsverhältnis von Glasfasern (1) zu Kohlefasern (2) zwischen ca. 60/40 und ca. 90/10, bevorzugt ca. 70/30 beträgt. 30 35 40
10. Walze nach Anspruch 6 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Fasergehalt der Verbindungsschicht (11) zwischen ca. 40 bis 70 Vol.-%, insbesondere zwischen ca. 50 bis 60 Vol.-%, bevorzugt ca. 55 Vol.-% beträgt, und/oder daß der Fasergehalt der Funktionsschicht (16) zwischen ca. 5 bis 20 Vol.-%, insbesondere zwischen ca. 8 bis 12 Vol.-% beträgt. 45 50

FIG. 1

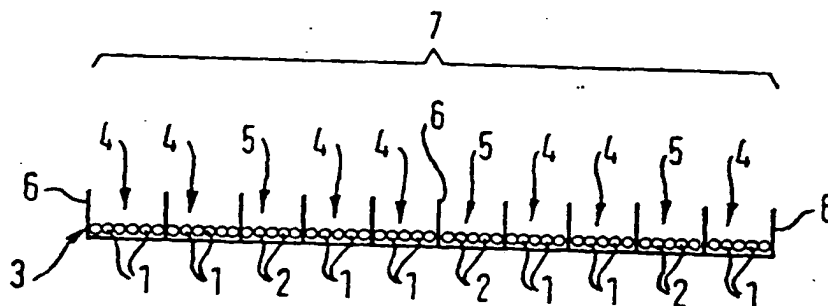


FIG. 2

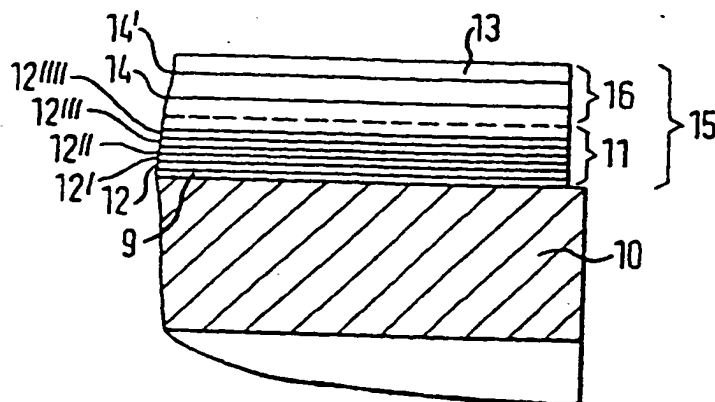


FIG. 3

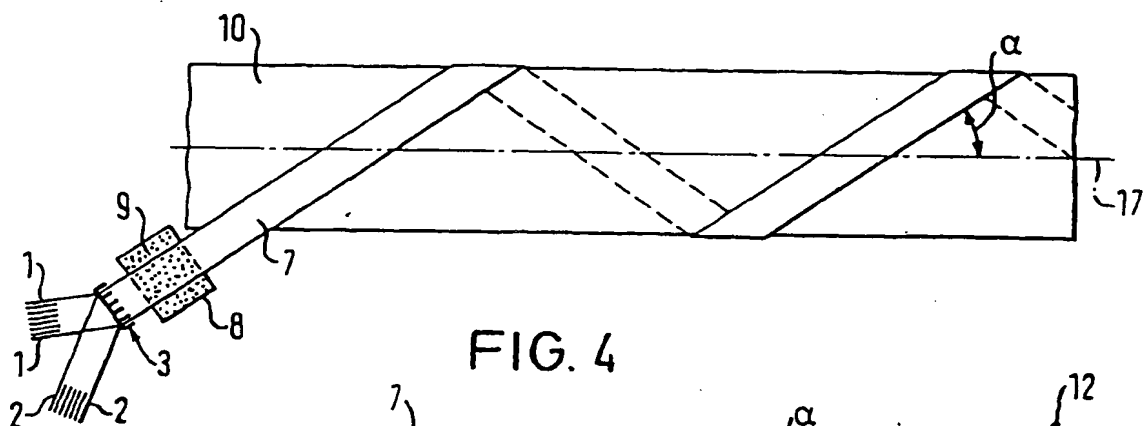


FIG. 4

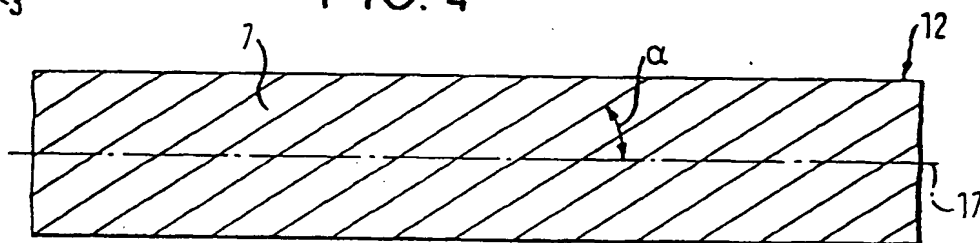


FIG. 5

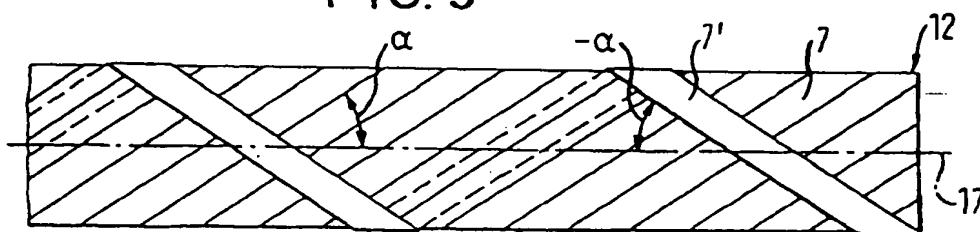
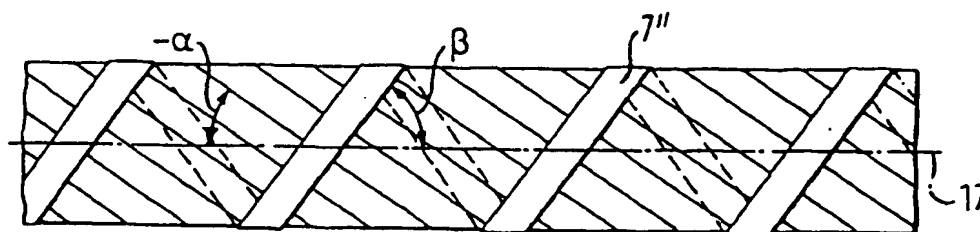


FIG. 6





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 5582

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 3 490 119 A (FUKUYAMA ET AL) 20. Januar 1970 (1970-01-20) * das ganze Dokument *	1-10	D21G1/02
Y	DE 197 36 575 A (CARL FREUDENBERG) 11. März 1999 (1999-03-11) * das ganze Dokument *	1-10	
A	DE 43 12 827 C (CARL FREUDENBERG) 5. Mai 1994 (1994-05-05) * das ganze Dokument *	1-6,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			D21G D21F F16C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>18. Juli 2000</b>	Prüfer <b>De Rijck, F</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 5582

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3490119 A	20-01-1970	US 3673025 A	27-06-1972
DE 19736575 A	11-03-1999	KEINE	
DE 4312827 C	05-05-1994	DE 59304130 D	14-11-1996
		EP 0621411 A	26-10-1994
		FI 941839 A	21-10-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.